

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-54950

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月24日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 26/10			G 0 2 B 26/10	B D
B 4 1 J 2/44			13/18	
G 0 2 B 13/18			13/24	
13/24			B 4 1 J 3/00	D

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-2334

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月9日

(31) 優先権主張番号 特願平8-142791

(32) 優先日 平8(1996) 6月5日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 酒井 浩司

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式
会社リコー内

(72) 発明者 青木 真金

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式
会社リコー内

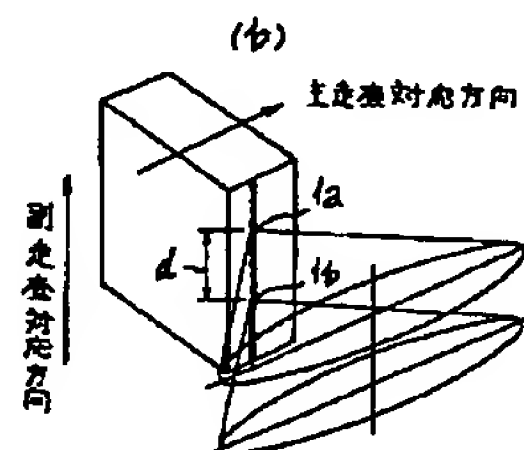
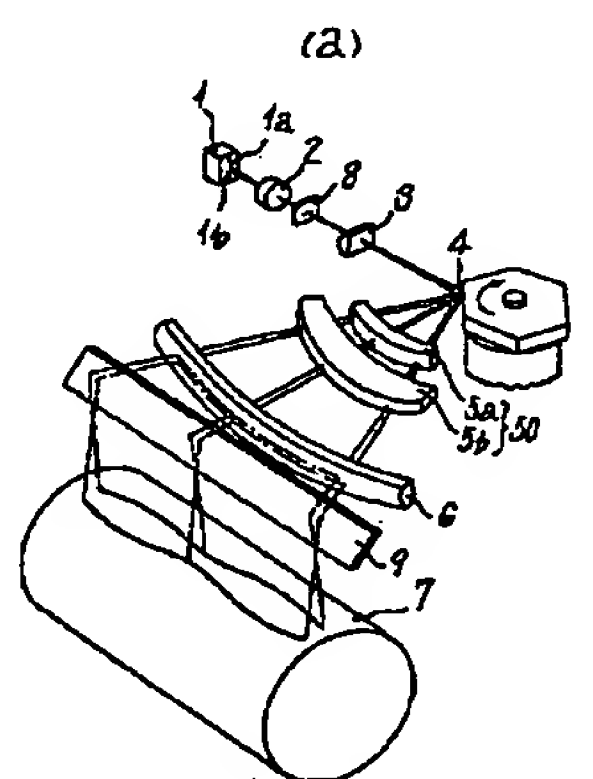
(74) 代理人 弁理士 樺山 亨 (外1名)

(54) 【発明の名称】 マルチビーム光走査装置

(57) 【要約】

【課題】 マルチビーム光走査装置において、被走査面上に形状良好な光スポットを実現し、ピッチ偏差による記録画像の像質低下を有効に軽減する。

【解決手段】 複数のLD発光部1a, 1bを副走査対応方向に配列したモノリシックなマルチビーム用光源1からの複数の光束をコリメートレンズ2でコリメートし、第1結像系3により副走査対応方向に集束させて主走査対応方向に長い複数の線像として結像させ、線像の結像位置近傍に偏向反射面4を有する光偏向器により偏向させ、第2結像系5, 6により、被走査面上に互いに副走査方向に離れた複数の光スポットとして集光させて光走査を行なうマルチビーム光走査装置において、マルチビーム用光源1と被走査面との間にある光学系の合成系における副走査対応方向の横倍率： β が条件： $2 < \beta \leq 8.5$ を満足し、被走査面上における複数の光スポットが互いに隣接する走査線を光走査する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】複数のLD発光部もしくはLED発光部を、副走査対応方向に配列したモノリシックなマルチビーム用光源と、

このマルチビーム用光源からの複数の光束を共にコリメートするコリメートレンズと、

このコリメートレンズによりコリメートされた複数の光束を副走査対応方向に集束させて、主走査対応方向に長い複数の線像として結像させる第1結像系と、

上記複数の線像の結像位置近傍に偏向反射面を有し、上記複数の光束を偏向させる光偏向器と、

この光偏向器により偏向された複数の光束を、被走査面上に、互いに副走査方向に離れ、光束の偏向に伴い上記被走査面を光走査する複数の光スポットとして集光させる第2結像系と、を有し、

上記第2結像系が、被走査面側に配備される長尺レンズを含み、

上記マルチビーム用光源と被走査面との間にある光学系の合成系における副走査対応方向の横倍率： β が、条件：

$$(1) \quad 2 < \beta \leq 8.5$$

を満足し、被走査面上における複数の光スポットが互いに隣接する走査線を光走査することを特徴とするマルチビーム光走査装置。

【請求項2】請求項1記載のマルチビーム光走査装置において、

マルチビーム用光源が、2個のLD発光部を有するものであり、これら2個のLD発光部は、コリメートレンズの光軸に関して対称的に配備されることを特徴とするマルチビーム光走査装置。

【請求項3】複数のLD発光部もしくはLED発光部を、副走査対応方向に配列したマルチビーム用光源と、このマルチビーム用光源からの複数の光束を結像光学系にカップリングするカップリングレンズと、

このカップリングレンズによりカップリングされた複数の光束を副走査対応方向に集束させて、主走査対応方向に長い複数の線像として結像させる第1結像光学系と、上記複数の線像の結像位置近傍に偏向反射面を有し、上記複数の光束を偏向させる光偏向器と、

この光偏向器により偏向された複数の光束を、被走査面上に、互いに副走査方向に離れ、光束の偏向に伴い上記被走査面を光走査する複数の光スポットとして集光させる第2結像光学系と、を有し、

上記第2結像光学系が、被走査面側に配備される長尺レンズを含み、

上記マルチビーム用光源と被走査面との間にある光学系の合成系における副走査対応方向の横倍率： β が、条件：

$$(1) \quad 2 < \beta \leq 8.5$$

を満足し、被走査面上における複数の光スポットが互い

2

に隣接する走査線を光走査することを特徴とするマルチビーム光走査装置。

【請求項4】請求項3記載のマルチビーム光走査装置において、

第1結像光学系は、副走査対応方向にのみパワーを持つ、一体のレンズからなり、

第2結像光学系は、等速光走査結像ミラーと、被走査面側に配備される長尺レンズとしての長尺トロイダルレンズとにより構成されることを特徴とするマルチビーム光走査装置。

【請求項5】請求項4記載のマルチビーム光走査装置において、

マルチビーム用光源は、2以上のLD発光部もしくはLED発光部をモノリシックに有することを特徴とするマルチビーム光走査装置。

【請求項6】請求項4記載のマルチビーム光走査装置において、

マルチビーム用光源は、2以上のLD発光部もしくはLED発光部をハイブリッドに組み合わせて成ることを特徴とするマルチビーム光走査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はマルチビーム光走査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光走査装置はデジタルの複写装置や光プリンタ、光印刷機等の画像形成装置に関連して知られている。このような光走査装置において、光走査による画像書き込みの高速化を目して一度に複数の走査線を光走査するマルチビーム光走査方式が提案されている。

【0003】マルチビーム光走査方式として知られたものに特公平7-111509号公報に記載されたものがあるが、面倒れを補正するための長尺レンズの焦点距離が15mmと短く、このため上記長尺レンズは被走査面近く配備されることになり、主走査対応方向の長さが大きくなって長尺レンズのコストが高くなる問題のほか、一般に被走査面近傍に設けられる現像装置から飛散トナーで長尺レンズが汚れやすいという問題がある。

【0004】また、マルチビーム光走査方式では、一度に光走査する走査線が互いに隣接しない場合もある。例えば、特公平6-48846号公報には、中1つ空いた3本の走査線で飛び越し走査するといったような、所謂「飛び越し走査型」のマルチビーム光走査方式が提案されている。このような飛び越し走査では、各ビームを変調する信号の選択が変則的で光走査が複雑に成りやすいほか、同時に光走査する走査線の間隔が大きいために、走査線の曲がりによる光走査の「ピッチ偏差量」が大きくなって、記録画像の像質低下を来し易い。

【0005】マルチビーム光走査装置ではまた、走査線ピッチ等の関係から、光源と被走査面との間に配備され

3

る結像系の倍率の制限が厳しく、上記倍率によつては、光偏向器より光源側にある光学系の配備位置が光偏向器に近くなり、光学配置のレイアウトが困難になる。

【0006】さらに、マルチビーム光走査装置に用いられる複数発光部を持つ光源として、2以上のLD発光部やLED発光部を「ハイブリッド」に組み合わせたものであると、組み合わせられた個々の発光部の波長が同一にならない「波長偏差」の問題があり、このような波長偏差が存在すると、光走査の等速特性等が発光部ごとに異なる問題もある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、マルチビーム光走査装置において、偏向光束を被走査面上に集光するための光学系に含まれる長尺レンズのコストを有効に低減でき、上記長尺レンズの飛散トナーによる汚れを有効に軽減でき、なお且つ、ピッチ偏差による記録画像の像質低下を有効に軽減することを課題とする。

【0008】この発明はまた、光学配置のレイアウトが容易で、光源における波長偏差の影響を受け難い、マルチビーム光走査装置の実現を別の課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明のマルチビーム光走査装置は、マルチビーム用光源と、コリメートレンズと、第1結像系と、光偏向器と、第2結像系とを有する。「マルチビーム用光源」は、複数のLD発光部もしくはLED発光部を、副走査対応方向に配列したモノリシックな光源である。「副走査対応方向」は、光源から被走査面に到る光路を光軸に沿って直線的に展開した仮想的な光路上で副走査方向と平行的に対応する方向を言う。「コリメートレンズ」は、マルチビーム用光源からの複数の光束を共にコリメートするレンズである。

【0010】「第1結像系」は、コリメートレンズによりコリメートされた複数の光束を副走査対応方向に集束させて、主走査対応方向に長い複数の線像として結像させる光学系であり、主走査対応方向にパワーを持たない凸のシリンダレンズもしくは凹のシリンダミラーを用いることができる。「主走査対応方向」は、上記仮想的な光路上で主走査方向と平行的に対応する方向である。

【0011】「光偏向器」は、複数の線像の結像位置近傍に偏向反射面を有し、複数の光束を偏向させる手段であつて、周知のポリゴンミラーや、回転2面鏡、回転単面鏡等を用いることができる。「第2結像系」は、光偏向器により偏向された複数の光束を、被走査面上に、互いに副走査方向に離れ、光束の偏向に伴い被走査面を光走査する複数の光スポットとして集光させる光学系で、被走査面側に配備される長尺レンズを含む。即ち、第2結像系は、fθレンズと、その被走査面側に配備される長尺レンズとにより構成される。〔「長尺レンズ」は、光偏向器における面倒れや像面湾曲を補正する機能を持つ

4

レンズで、長尺シリンダレンズや長尺トロイダルレンズ等である。〕長尺トロイダルレンズは、副走査対応方向の曲率半径が光軸を主走査対応方向に離れるに従い小さくなる「樽型トロイダル面」を凹レンズ面として含むこともできる。

【0012】「マルチビーム用光源と被走査面との間にある光学系」の合成系における副走査対応方向の横倍率： β は、条件：

$$(1) \quad 2 < \beta \leq 8.5$$

10 を満足し、複数の光スポットは「互いに隣接する走査線」を光走査する。

【0013】横倍率： β を2よりも大きくし、上記合成系を「拡大型」とすることにより、第2結像系に含まれる長尺レンズを被走査面から有効に離すことができる。また合成系の横倍率： β が8.5倍よりも大きくなると、光走査装置に要求される最低のドット密度：300 dpiに相当する走査線ピッチ：84.7 μm を実現するのに、マルチビーム用光源における発光部の間隔が10 μm 以下になり、LD発光部やLED発光部の発光部間の「熱クロストーク（一方の発光部の発熱により他方の発光部の発光が影響される現象）」が急速に増大し、各発光部の点滅を独立に制御するのが困難になる。

20 【0014】マルチビーム用光源としては、2個のLD発光部を有し、これら2個のLD発光部が、コリメートレンズの光軸に関して対称的に配備されるものとしてすることができる（請求項2）。この場合において、マルチビーム用光源として、2個のLD発光部の間隔が14 μm であるものを用い、マルチビーム用光源と被走査面との間にある光学系の合成系における副走査対応方向の横倍率： β を4.536倍とすることができる。

【0015】請求項3記載の発明は、マルチビーム用光源と、カップリングレンズと、第1結像光学系と、光偏向器と、第2結像光学系を有する。「マルチビーム用光源」は、複数のLD発光部もしくはLED発光部を、副走査対応方向に配列した光源である。「カップリングレンズ」は、マルチビーム用光源からの複数の光束を結像光学系（マルチビーム用光源の複数の発光部の像を被走査面上に結像する光学系）にカップリングするレンズである。カップリングの態様は、カップリングされた各発光部からの光束が、それぞれ平行光束となるようにする態様や、それぞれの光束が「弱い収束性もしくは弱い発散性」の光束となる態様が可能である。

【0016】「第1結像光学系」は、カップリングレンズによりカップリングされた複数の光束を副走査対応方向に集束させて、主走査対応方向に長い複数の線像として結像させる光学系である。「光偏向器」は、複数の線像の結像位置近傍に偏向反射面を有し、複数の光束を偏向させるもので、請求項1記載の発明のものと同様のものを利用できる。

【0017】「第2結像光学系」は、光偏向器により偏

5

向された複数の光束を、被走査面上に、互いに副走査方向に離れ、光束の偏向に伴い被走査面を光走査する複数の光スポットとして集光させる光学系であり、被走査面側に配備される長尺レンズを含む。

【0018】マルチビーム用光源と被走査面との間にある光学系の合成系における副走査対応方向の横倍率： β は、条件：

(1) $2 < \beta \leq 8.5$

を満足し、被走査面上における複数の光スポットは「互いに隣接する走査線」を光走査する。

【0019】即ち、請求項3記載の発明のマルチビーム光走査装置は、請求項1記載のものに比して、マルチビーム用光源、カップリングレンズ、第2結像光学系に就いての自由度が大きい。

【0020】即ち、マルチビーム用光源は、請求項1記載の発明では、複数の発光部を「モノリシック」に有するが、請求項3記載の発明では、2以上のLD発光部もしくはLED発光部をモノリシックに有してもよい（請求項5）し、2以上のLD発光部もしくはLED発光部をハイブリッドに組み合わせて構成することもできる（請求項6）。ハイブリッドに組み合わせられる複数の発光部は、互いに別体である。

【0021】カップリングレンズは、請求項1記載の発明では「コリメートレンズ」であるが、請求項3記載の発明では、各発光部からの光束を「弱い収束性もしくは弱い発散性の光束」とするようなカップリングの態様が許容される。

【0022】請求項3記載の発明における第2結像光学系は、請求項1記載の発明における第2光学系に対応する。第2光学系は前述のように「 $f\theta$ レンズと、その被走査面側に配備される長尺レンズ」とで構成されるが、第2結像光学系は、このような2種のレンズの組合せによる構成の他に「等速光走査結像ミラーと、被走査面側に配備される長尺レンズとしての長尺トロイダルレンズ」とにより構成することができる（請求項4）。

【0023】この請求項4記載の発明においては、第1結像光学系は「副走査対応方向にのみ正のパワーを持つ一体のレンズ」からなる。第1結像光学系を、このように一体のレンズで構成するとマルチビーム光走査装置のコストを低減化でき、かつコンパクト化が可能である。また請求項4記載の発明のように、第2結像光学系が等速光走査結像ミラーを含むと、等速光走査結像ミラーによる反射光束は波長の影響を受けないので、マルチビーム用光源に「波長偏差」があっても等速光走査結像ミラーによる等速走査特性が影響を受けない。

【0024】請求項3～6に記載された各発明においても、請求項1記載の発明と同じく、マルチビーム用光源と被走査面との間にある光学系の合成系における副走査対応方向の横倍率： β は、条件：

(1) $2 < \beta \leq 8.5$

6

を満足する。条件（1）を満足することにより、請求項3～6記載の発明においても請求項1記載の発明の場合と同様、第2結像系に含まれる長尺レンズを被走査面から有効に離すことができるとともに、光走査装置に要求される最低のドット密度：300 dpiに相当する走査線ピッチ：84.7 μm を実現するのに、マルチビーム用光源における発光部の間隔を「熱クロストーク」の発生しない10 μm 以上に保つことができる。

【0025】請求項3記載の発明の場合において、被走査面上における光スポット径や、走査線ピッチを決定するのは、主として、カップリングレンズと第1結像光学系による「光源側光学系」の結像倍率と第2結像光学系の結像倍率である。光源側光学系における結像倍率は、カップリングレンズの倍率と第1結像光学系の結像倍率で決まるが、カップリングレンズによりカップリングされる光束は収束光束に成る場合も発散光束に成る場合も収束性ないし発散性は弱いので、光源側光学系の結像倍率は、実質的にカップリングレンズと第1結像光学系の焦点距離の比に近い値になる。

【0026】条件（1）の下限を越えると、光源側光学系に必要とされる倍率を実現するための第1結像光学系の焦点距離が小さくなり、第1結像光学系が光偏向器に近接しすぎて光学配置のレイアウト上の支障になる（この点は、請求項1記載の発明でも同様である）。特に、請求項4記載の発明のように第1結像光学系を「一体のレンズ」とし、第2結像光学系が等速光走査結像ミラーを含むようにすると、第1結像光学系によって、等速光走査結像ミラーによる反射光束がケラれるようなことになる場合がある。

【0027】

【発明の実施の形態】図1(a)において、マルチビーム用光源1は、図1(b)に示す如く、2つのLD発光部1a, 1bを有するモノリシックな半導体レーザで、2つの発光部1a, 1bが間隔： d を持って副走査対応方向に配列するように配備される。図1(a)において、マルチビーム用光源1のLD発光部1a, 1bから放射された2つの光束はコリメートレンズ2により共に平行光束化される。マルチビーム用光源1のLD発光部1a, 1bは、コリメートレンズ2の光軸からそれぞれ等距離（ $d/2$ ）の位置に配備される（請求項2）。

【0028】コリメートレンズ2から射出した2光束は、ビーム成形用アパーチャ8により光束周辺部を遮断され、第1結像系であるシリンダレンズ3に入射する。シリンダレンズ3は、副走査対応方向にのみ正のパワーを持ち、2光束をそれぞれ副走査対応方向にのみ集束させて主走査対応方向に長い2つの線像として結像させる。

【0029】「光偏向器」であるポリゴンミラーは、偏向反射面4を上記2つの線像の結像位置近傍に有し、2光束を偏向させる。偏向された2光束は「第2結像系」

7

を構成する $f\theta$ レンズ50 (2枚の共軸レンズ5a, 5bで構成される) と面倒れ補正用の長尺レンズ6の結像作用により被走査面 (ドラム状の光導電性感光体の周面) 7上に、互いに副走査方向に離れ、光束の偏向に伴い被走査面を同時に光走査する2つの光スポットとして集光する。長尺レンズ6は「長尺トロイダルレンズ」である。

【0030】図1(a)の実施の形態では、第2結像系を透過した光束は光路屈曲ミラー9により光路を屈曲され、被走査面に周面を合致させた光導電性の感光体7上に集光し、感光体周面を光走査する。かくして被走査面は2走査線を同時に光走査されることになる。

【0031】図2は、上記マルチビーム用光源1から被走査面7までを、光軸に沿って直線的に展開した前述の「仮想的な光路上」における光学配置を示すものであり、図2(a)では上下方向が「主走査対応方向」で、(b)では上下方向が「副走査対応方向」である。

【0032】 $f\theta$ レンズ50と長尺レンズ6とは、副走査対応方向において、偏向反射面4の位置と被走査面7の位置とを共役な関係としており、従って光偏向器であるポリゴンミラーの「面倒れ」を補正する機能を持つ。コリメートレンズ2の焦点距離を f_2 、長尺レンズ6の焦点距離を f_6 とすると、 $f_2 < f_6$ である。

【0033】図5を参照して、請求項3～6記載の発明の実施の1形態を説明する。図5(a)において、マルチビーム用光源10は、複数 (図の例では4つ) のLD発光部もしくはLED発光部を副走査対応方向に配列した光源である。

【0034】マルチビーム用光源10からの複数の光束はカップリングレンズ15により、「結像光学系」にカップリングされ、各光束は平行光束もしくは弱い収束性または弱い発散性の光束になり、ビーム成形用アパーチャ20により光束径を規制され、「副走査対応方向」のみ正のパワーを持つ第1結像光学系としての一体のシリンダレンズ25に入射し、光偏向器であるポリゴンミラー30の偏向反射面近傍に「主走査対応方向に長い複数の線像」として結像する。

【0035】ポリゴンミラー30により偏向された複数の光束は、等速光走査結像ミラー41に入射して反射され、等速光走査結像ミラー41とともに第2結像光学系を構成する長尺レンズとしての長尺トロイダルレンズ45を介し (請求項4)、「被走査面」を実体的に形成するドラム状の光導電性感光体500の周面上に、互いに副走査方向に離れ、光束の偏向に伴い被走査面を同時に光走査する複数 (図の例では4つ) の光スポットとして集光し、複数の走査線S1, S2, S3, S4を同時に光走査する。走査線S1～S4は「互い隣接しあう走査線」である。

【0036】マルチビーム用光源10と被走査面との間にある光学系の合成系 (カップリングレンズ15、シリ

8

ンダレンズ25、等速光走査結像ミラー41、長尺トロイダルレンズ45) における副走査対応方向の横倍率: β は、マルチビーム用光源10において近接する2つの発光部の副走査対応方向の間隔: D_{10} と、これら発光部からの光束による光スポットの走査線の間隔: D_0 との比: D_{20}/D_{10} であって「 $2 < \beta \leq 8.5$ 」の範囲に設定される。

【0037】等速光走査結像ミラー41は等角速度的に偏向する偏向光束を反射し、長尺トロイダルレンズ45と共に、光スポットとして被走査面上に結像させる機能と、上記光スポットの走査を等速化する機能とを有し、この等速化機能の故に「等速光走査結像ミラー」と呼ばれる。

【0038】図5(b)は、ポリゴンミラー30から光導電性感光体500に至る光路を主走査対応方向から見た状態を示している。等速光走査結像ミラーは、ポリゴンミラー30からの偏向光束の入射光路と反射偏向光束の光路を分離するため、図5(b)に示すようにシフト量: ΔZ だけ、図の上方へシフトされている。

【0039】第2結像光学系が $f\theta$ レンズと長尺トロイダルレンズとで構成されるような場合、マルチビーム用光源に「波長偏差」があると、 $f\theta$ レンズによる等速化の効果が光束の波長に応じて変化し、各光スポットの光走査が異なる走査速度で行われることになるという問題があるが、等速光走査結像ミラーによる反射偏向光束は波長偏差の影響を受けないので、波長偏差の生じる虞れのある「2以上のLD発光部もしくはLED発光部をハイブリッドに組み合わせ」て成るマルチビーム用光源を用いても上記問題は発生しない。

【0040】マルチビーム用光源10は、2以上のLD発光部もしくはLED発光部をモノリシックに有するものを用いても良いし (請求項5)、上記の如く「2以上のLD発光部もしくはLED発光部をハイブリッドに組み合わせたもの」を用いることもできる。

【0041】

【実施例】図1, 2に即して説明した実施の形態において、光走査の被走査面上での解像度を400dpi (走査線ピッチ: $63.5\mu\text{m}$ 、図2における距離: d_7) に設定した。マルチビーム用光源1として、2つのLD発光部1a, 1bの間隔: d が $14\mu\text{m}$ であるものを用いた。

【0042】コリメートレンズ2と第1結像系3、第2結像系 ($f\theta$ レンズ50と長尺レンズ6) の合成系における副走査対応方向の横倍率: β は、 $63.5\mu\text{m}/14\mu\text{m}=4.536$ 倍に設定すればよい。

【0043】このとき、マルチビーム用光源1におけるLD発光部1a, 1bの「コリメートレンズ2の光軸からの距離」は $7\mu\text{m}$ である。横倍率: $\beta=4.536$ 倍は、条件式(1)を満足する。

【0044】上記横倍率: $\beta=4.536$ 倍を実現する

9

ように、コリメートレンズ2、シリンダレンズ3、 $f\theta$ レンズ50、長尺レンズ6を設計したところ、コリメートレンズ1の焦点距離： $f_2=15.915\text{mm}$ 、長尺レンズ6の焦点距離： $f_6=70\text{mm}$ となり、長尺レンズ6を被走査面から十分に離して配備することができ、飛散トナーによる汚れを有効に軽減させることができた。

【0045】また、マルチビーム用光源1におけるLD発光部1a、1bとコリメートレンズ2の光軸との距離は $7\mu\text{m}$ と小さく、後述するピッチ偏差量は小さくなり、記録画像の再現の忠実性を十分に確保することができた。

【0046】LD発光部1a、1bとコリメートレンズ2の光軸との距離が $7\mu\text{m}$ と小さいことにより、コリメートレンズ2から射出する2光束の波面収差も小さく、波面収差に起因する光スポット形状の劣化は殆どなかった。

【0047】図3は、上記実施例の場合において、2つの光スポットにより同時に光走査される2つの走査線11、12の状態を誇張して示している。マルチビーム用光源1における2つのLD発光部1a、1bは何れもコリメートレンズ2の光軸（シリンダレンズ3および $f\theta$ レンズ50・長尺トロイダルレンズ6の光軸と合致する）上になく、2つの走査線は副走査方向に湾曲した曲線になる。各LD発光部は、上記光軸に関し「副走査対応方向に互いに対称的」な位置にあるから、走査線の湾曲形状も「副走査方向に対して対称的な形状」になる。

【0048】図3に示すように、2つの隣接する走査線11、12の間隔： h の「最大値」を h_1 、「最小値」を h_2 とする。走査線のピッチ偏差量： δ は、上記 h_1 、 h_2 の差： $\Delta h=h_1-h_2$ と正規のピッチ（dpiから直接に決定される走査線のピッチ）： P_N とにより、
「 $\delta=\Delta h/P_N\times 100(\%)$ 」

で定義される。一般に、記録画像再現の忠実性を保つことのできるピッチ偏差量は「8～10%程度以下」であるとされている。

【0049】上記実施例では、 $\Delta h=6.14\mu\text{m}$ である。 $P_N=63.5\mu\text{m}$ であるから、ピッチ偏差量： $\delta=(6.14/63.5)\times 100=9.7\%$ であり、記録画像再現の忠実性は十分に保つことができる。

【0050】比較のために、上記実施例における光学配置のままで、マルチビーム用光源として「3つのLD発光部の間隔： d が $28\mu\text{m}$ のもの」を用い（中央の発光部はコリメートレンズの光軸上に位置し、両側の各発光部は同光軸から副走査対応方向に $28\mu\text{m}$ ずつ離れている）、一度に3本の走査線が走査されるようにした。

【0051】マルチビーム用光源1と被走査面との間にある光学系（コリメートレンズ2と第1結像系3および第2結像系の合成系）における副走査対応方向の倍率： β は4.536倍であるので、被走査面上における3つ

10

の光スポットは副走査方向に $28\mu\text{m}\times 4.536=127\mu\text{m}$ 離れることになる。

【0052】この場合、同時に走査される走査線は、図4に示すように「中1本おき」である。即ち、最初の光走査で、実線の走査線21、22、23が同時に走査され、次の光走査で破線の走査線31、32、33が同時に走査され、これに続く光走査で鎖線の走査線41、42、43が同時走査される。以下同様である。

【0053】このときピッチ偏差量： δ は、図4に示す隣接走査線間の最大間隔： h_1 と最小間隔： h_2 との差： h_1-h_2 の走査線の正規のピッチ（ $127\mu\text{m}/2=63.5\mu\text{m}$ ）に対する割合である。

【0054】上記実施例では前述の如く $\Delta h=6.14\mu\text{m}$ であったのに対し、この比較例においては $\Delta h=24.56\mu\text{m}$ と、実施例の場合の4倍近い大きさになり、ピッチ偏差量： $\delta=(24.56/63.5)\times 100=38.68\%$ と大きく、記録画像の再現の忠実性を十分に保つことができなかった。

【0055】また、波面収差に起因する光スポットの形状劣化も、3個の光スポットのうち副走査方向の両側の2個において著しく、これもまた画像再現の忠実性を劣化させる原因となった。

【0056】図5に即して説明した実施の形態のマルチビーム光走査装置の光学系を、図6に示すように構成した。図6(a)、(b)では、マルチビーム用光源10から被走査面500に至る全光路のうち、マルチビーム用光源10から等速光走査結像ミラー41に至る部分の光路を仮に「直線的に展開」して示している。

【0057】マルチビーム用光源10は、図6(b)に示すように、発光波長： 780nm の4つのLD発光部LD1、LD2、LD3、LD4を副走査対応方向に、発光部間隔： $P_0=14\mu\text{m}$ で等間隔に配したものである。

【0058】カップリングレンズ15は、光源側の面の曲率半径： $r_{CP1}=\infty$ （平面）、シリンダレンズ25側の面（球面）の曲率半径： $r_{CP2}=-10.2987\text{mm}$ でレンズ肉厚： $d_{CP}=3\text{mm}$ 、波長 780nm の光に対する材質の屈折率： $n_{CP}=1.712205$ で、焦点距離： $f_{CP}=14.46\text{mm}$ の「平凸正レンズ」である。

【0059】副走査対応方向にのみ正のパワーを持つ、一体の第1結像光学系としてのシリンダレンズ25は、光源側が子線曲率半径： $r_{CY1}=29.5\text{mm}$ の凸シリンダ面で、偏向反射面側が曲率半径： $r_{CY2}=\infty$ （平面）、レンズ肉厚： $d_{CY}=3\text{mm}$ 、波長 780nm の光に対する材質の屈折率： $n_{CY}=1.511176$ で、副走査対応方向の焦点距離： $f_{CY}=57.71\text{mm}$ である。

【0060】図6(b)に示す、マルチビーム用光源10からポリゴンミラー30の偏向反射面300に至る光

11

路上における光学素子間隔： D_1 , D_2 , D_3 , D_4 は、それぞれ、 $D_1=12.569\text{mm}$, $D_2=14.46\text{mm}$, $D_3=20\text{mm}$, $D_4=57.8\text{mm}$ である。

【0061】カップリングレンズ15によりカップリングされた各光束は「弱い発散性の光束」であり、その仮想的な発散の起点は、等速光走査結像ミラー41の反射面から光源側へ計って「 -1712.082mm 」の位置にある。即ち、カップリングされた光束は、他の光学

$$X(H) = CH^2 / [1 + \sqrt{\{1 - (1 + K) C^2 H^2\}}]$$

$$+ \sum A_i \cdot H^{**i}$$

で表される曲線を、X軸の回りに回転して得られる「共軸非球面の凹面形状の反射面」を有する反射鏡である。

「 H^{**i} 」はHのi乗を意味し、iは4, 6, 8, 10, 12, ... である。

【0063】説明中の実施例において、等速光走査結像ミラー41の反射面形状は、上記R, K, A_i をそれぞれ、

$R = -405.046\text{mm}$, $K = -1.46661$,
 $A_4 = 3.12269 \times 10^{-10}$, $A_6 = -9.19756 \times 10^{-15}$, $A_8 = -1.14431 \times 10^{-18}$, $A_{10} = -1.39095 \times 10^{-23}$
 とした形状である。

【0064】偏向反射面300から等速光走査結像ミラー41の反射面に至る距離を、図6(a)のように「 L_0 」とすると、 $L_0=124.179\text{mm}$ である。図6(b)に示す、等速光走査結像ミラー41のシフト量は $\Delta Z=17\text{mm}$ である。等速光走査結像ミラー41はまた、偏向反射面300により偏向光束が偏向される面に平行な面内で、主走査対応方向に角： $\alpha_1=0.2$ 度だけ傾けられている。

$$x(H) = cH^2 / [1 + \sqrt{\{1 - (1 + k) c^2 H^2\}}]$$

$$+ \sum a_i \cdot H^{**i}$$

と表し、樽型トロイダル面に関しては、 $m_1 (=1/c)$, r_{12} , k , a_4 , a_6 , a_8 , a_{10} を与えて形状を特定する。また長尺トロイダルレンズ45の光軸上の肉厚を d_{TR} 、屈折率を n_{TR} とする。また図6に示すように、等速光走査用結像ミラー41から長尺トロイダルレンズ16に到る、偏向角： 0 における光路長を「 L 」, 長尺トロイダルレンズ45の被走査面側面から被走査面500に至る距離を「 D_5 」とする。

【0068】これらの値は以下の如くである。

$r_{m1} = 692.522\text{mm}$, $k = -1.7171$, $a_4 = -8.45792 \times 10^{-10}$, $a_6 = 1.09879 \times 10^{-14}$, $a_8 = 1.47422 \times 10^{-18}$, $a_{10} = 2.92312 \times 10^{-23}$

$r_{s1} = 69.2$ $d_{TR} = 3.254$ $n_{TR} = 1.5721$

$r_{12} = 667.087\text{mm}$, $r_{s2} = 30.8\text{mm}$

$L = 105.53\text{mm}$, $D_5 = 122.27\text{mm}$

12

系が無いとすれば、あたかも等速光走査結像ミラー41の反射面から -1712.082mm 離れた位置から発せられた発散光束として等速光走査結像ミラー41に入射するのである。

【0062】等速光走査結像ミラー41は、光軸方向の座標： X 、光軸直交方向の座標： H 、近軸曲率： $C (=1/R; R$ は近軸曲率半径)、円錐定数： K 、高次の係数： A_i を用いて、

(2)

【0065】長尺トロイダルレンズ45は、主走査対応方向に長く、等速光走査用結像ミラーから被走査面に向かう光路上に配備され、レンズ面として、図7に示す如く、通常の「ノーマルトロイダル面」を凸面として有し、このノーマルトロイダル面を被走査面側に向けて配備される。長尺トロイダルレンズ45の等速光走査用結像ミラー41側の凹面は「非円弧形状をなす曲線（図中に「非円弧曲線」と表示。一般に、前述の(2)式で表される）を主走査対応方向に平行な回転軸の回りに回転して得られ、副走査対応方向の曲率半径が主走査方向へ光軸を離れるに従い小さくなる樽型トロイダル面」である。

【0066】長尺トロイダルレンズ41の、光軸上における主走査対応方向の曲率半径をそれぞれ m_1 (等速光走査結像ミラー側), r_{12} (被走査面側)、副走査対応方向の曲率半径をそれぞれ r_{s1} (等速光走査結像ミラー側), r_{s2} (被走査面側)とする。

【0067】図7の「非円弧曲線」を表す上記(2)式を、等速光走査用結像ミラー41における反射面形状を表す場合と区別するために、

(3)

【0069】長尺トロイダルレンズ45は、図6に示すように、その光軸が光偏向器により偏向された偏向光束の偏向により形成される平面から上方へシフト量： $Z_5 = 7.6\text{mm}$ だけシフトされ、且つ光軸は上記平面に対して、チルト角： $\beta_{45} = 1.28$ 度だけ傾けられている。

【0070】このように構成されたマルチビーム光走査装置における、画角： ± 40 度における像面湾曲（破線は主走査方向、実線は副走査方向）と等速特性($f\theta$ 特性の式で算出した)を図8に示す。図8(a)～(d)はそれぞれ、発光部LD1～LD4から放射された光束に対するものである。像面湾曲および等速特性は4本の光束の何れに対しても極めて良好である。

【0071】また、同時に走査される4本の走査線S1～S4(それぞれ発光部LD1～LD4からの光束に対応する)の湾曲状態を図9に示す。主走査方向の走査幅： 297mm に対して各走査線の湾曲量は $25 \sim 28 \mu\text{m}$ と微少である。また同時に走査される4本の走査線

は、何れも、その湾曲の向きが同じ向きに揃い、このため走査線間のピッチも揃っており、「ピッチ偏差」は $1.3 \sim 1.7 \mu\text{m}$ と微小である。これは「等速光走査結像ミラーを用いた」ためである。

【0072】この実施例における、マルチビーム用光源10と被走査面500にある光学系の合成系における副走査対応方向の横倍率： $\beta = 3.02$ 倍であり、条件(1)を満足する。

【0073】マルチビーム用光源10と偏向反射面との間の光学系（第1結像光学系とカップリングレンズにより構成される）の副走査対応方向の横倍率： $\beta = 4.137$ 倍であり、偏向反射面と被走査面との間にある第2結像光学系の副走査対応方向の横倍率： $\beta = 0.73$ 倍である。横倍率： β_1 は、前記カップリングレンズの焦点距離： $f_{\theta} = 14.46\text{mm}$ と、第1結像光学系としてのシリンダレンズ25の副走査対応方向の焦点距離： $f_{\alpha} = 57.71\text{mm}$ の比： $f_{\alpha}/f_{\theta} = 3.991$ に近い値である。

【0074】発光部LD1～LD4のピッチ： P_0 は、前述の「熱クロストーク」等を避けるには $10 \mu\text{m}$ 程度20が許容できる最小ピッチであると考えられ、光走査の画像密度の最大値を 1200dpi と考えれば、このときピッチ： $P_0 = 10 \mu\text{m}$ に対して横倍率： $\beta = 2.117$ であるから、第2結像光学系として上記のものを用いる場合、偏向反射面から光源側の横倍率： $\beta = 2.9(2.117/0.73)$ となる、カップリングレンズの焦点距離： f_{θ} は、 $5 \sim 25\text{mm}$ が実用限界とされ、このようなカップリングレンズと組み合わせられる第1結像光学系の副走査対応方向の焦点距離： f_{α} の範囲は $14.5 \sim 72.5\text{mm}$ となる。焦点距離： f_{α} が小さく30くなると、第2結像光学系が偏向反射面に近づくため光学配置のレイアウトが難しい。焦点距離： f_{α} の下限をレイアウト上の条件から 15mm とすると、前記横倍率： β は条件(1)が示すように2より大きいことが好ましいことになる。

【0075】また光走査の画像密度の最小値を 300dpi と考え、発光部のピッチ： P_0 を $10 \mu\text{m}$ とすると、横倍率： β は隣接走査において条件(1)に示すように8.5倍以下になる。これ以上の倍率では、上記ピッチが $10 \mu\text{m}$ より小さくなり、熱クロストークの問題40が発生する。

【0076】

【発明の効果】以上に説明したように、この発明によれば新規なマルチビーム光走査装置を実現できる。この発明のマルチビーム光走査装置に依れば、第2結像系の長尺レンズを被走査面から離して配備できるため、長尺レンズのトナーによる汚れが有効に軽減される。また、光走査の走査線のピッチ偏差量を有効に軽減して記録画像の再現の忠実性を良好に保つことができる。

【0077】また、同時に走査される走査線が隣接する走査線であるので、飛び越し走査におけるような「各ビームを変調する信号の選択が変則的で光走査が複雑に成りやすい」という問題がない。

【0078】さらに、第1結像光学系の配置位置が光偏向器に近づきすぎないので、光学配置のレイアウトが容易である。

【0079】請求項4記載の発明では、等速光走査結像ミラーを用いることにより、同時に走査される複数の走査線の湾曲の向きが同じ向きになるので、3以上の走査線を同時に走査しても「ピッチ偏差量」が小さく、高記録画質の光走査を実現でき、2以上のLD発光部やLED発光部を「ハイブリッド」に組み合わせたマルチビーム用光源を用いても「波長偏差」による等速特性の不均一が発生しない。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1記載の発明の実施の1形態を説明するための図である。

【図2】図1の実施の形態における光学配置を説明するための図である。

【図3】ピッチ偏差量を説明するための図である。

【図4】比較例におけるピッチ偏差量を説明するための図である。

【図5】請求項3、4記載の発明の実施の1形態を説明するための図である。

【図6】図5の実施の形態における光学配置を説明するための図である。

【図7】第2結像光学系に含まれる長尺レンズとしての長尺トロイダルレンズを説明するための図である。

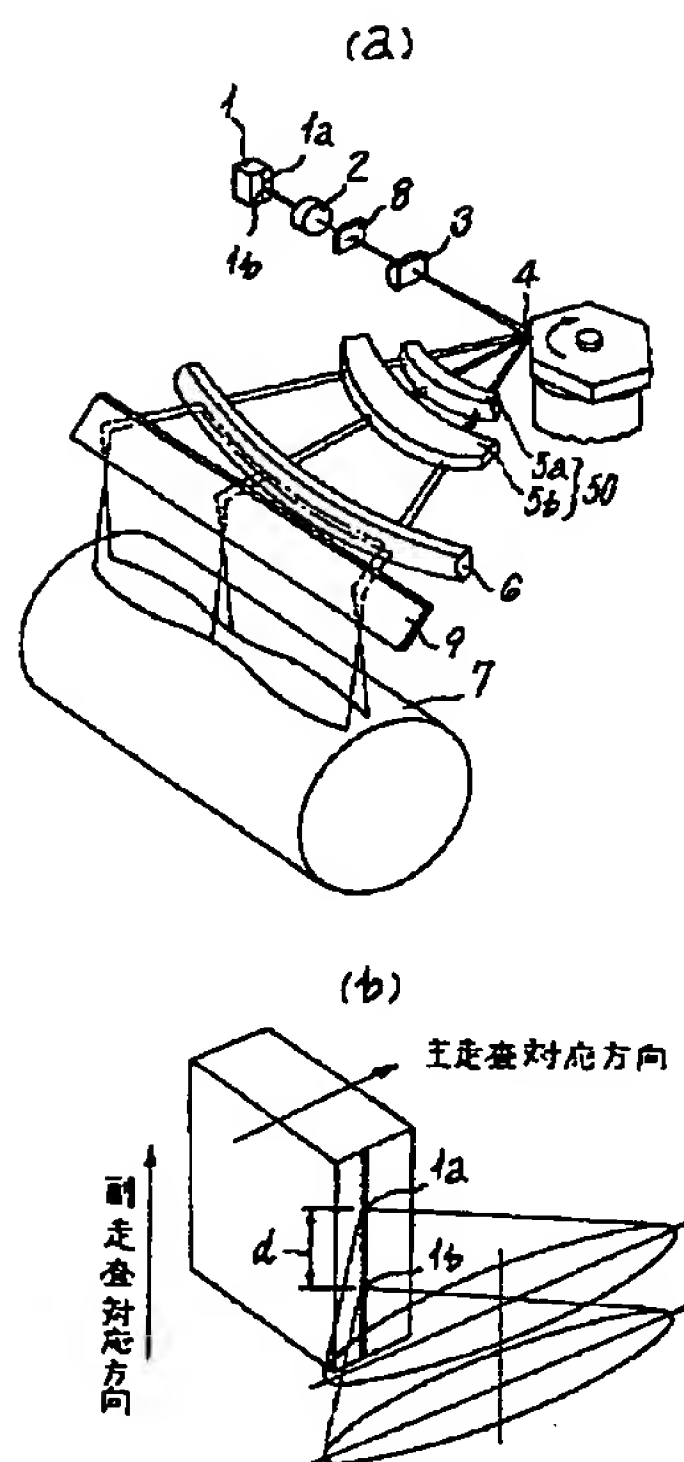
【図8】図5の実施の形態に対する1実施例における各発光部からの光束に対する像面湾曲と等速特性を示す図である。

【図9】図5の実施の形態に対する上記実施例において同時に走査される4本の走査線の湾曲状態を示す図である。

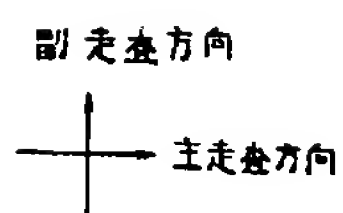
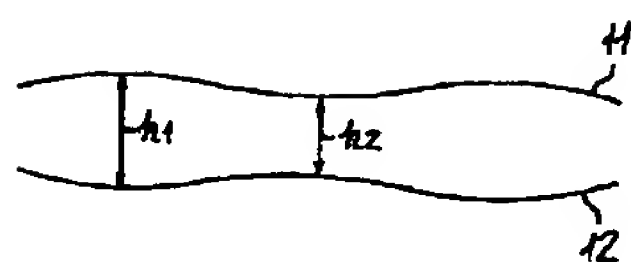
【符号の説明】

- | | |
|-------|-------------------------------------|
| 1, 10 | マルチビーム用光源 |
| 2 | コリメートレンズ |
| 3 | 第1結像系であるシリンダレンズ |
| 4 | 偏向反射面 |
| 50 | 第2結像系における f_{θ} レンズ |
| 6 | f_{θ} レンズ50とともに第2結像系をなす長尺レンズ |
| 7 | 感光体 |
| 15 | カップリングレンズ |
| 25 | 第1結像光学系としての一体のシリンダレンズ |
| 41 | 等速光走査結像ミラー |
| 45 | 長尺レンズである長尺トロイダルレンズ |

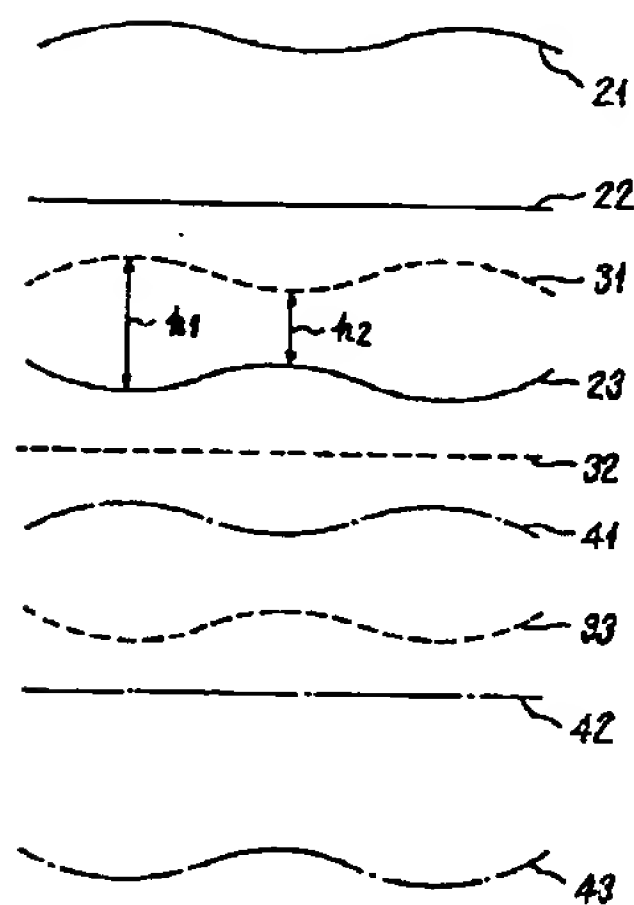
【図1】



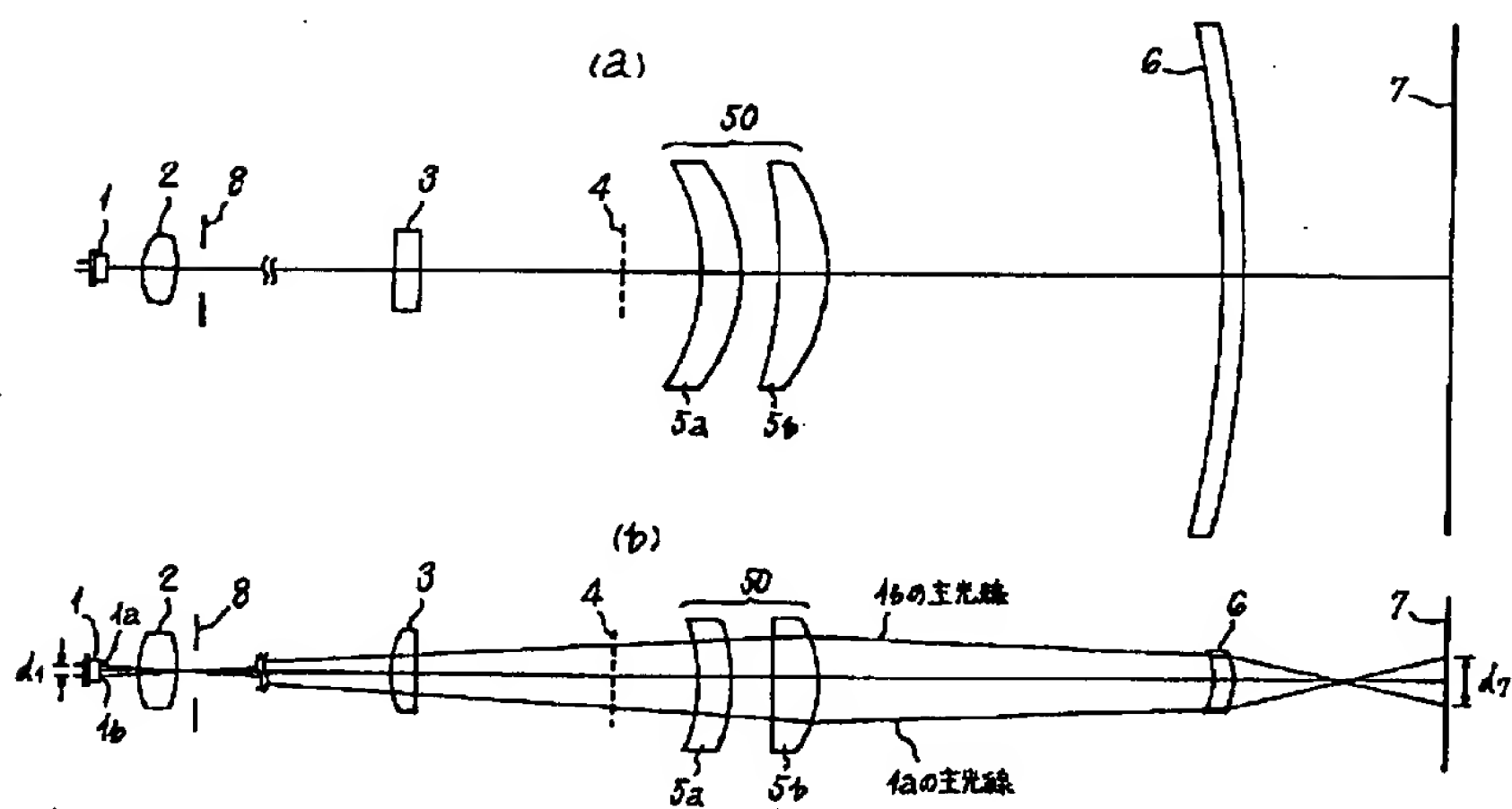
【図3】



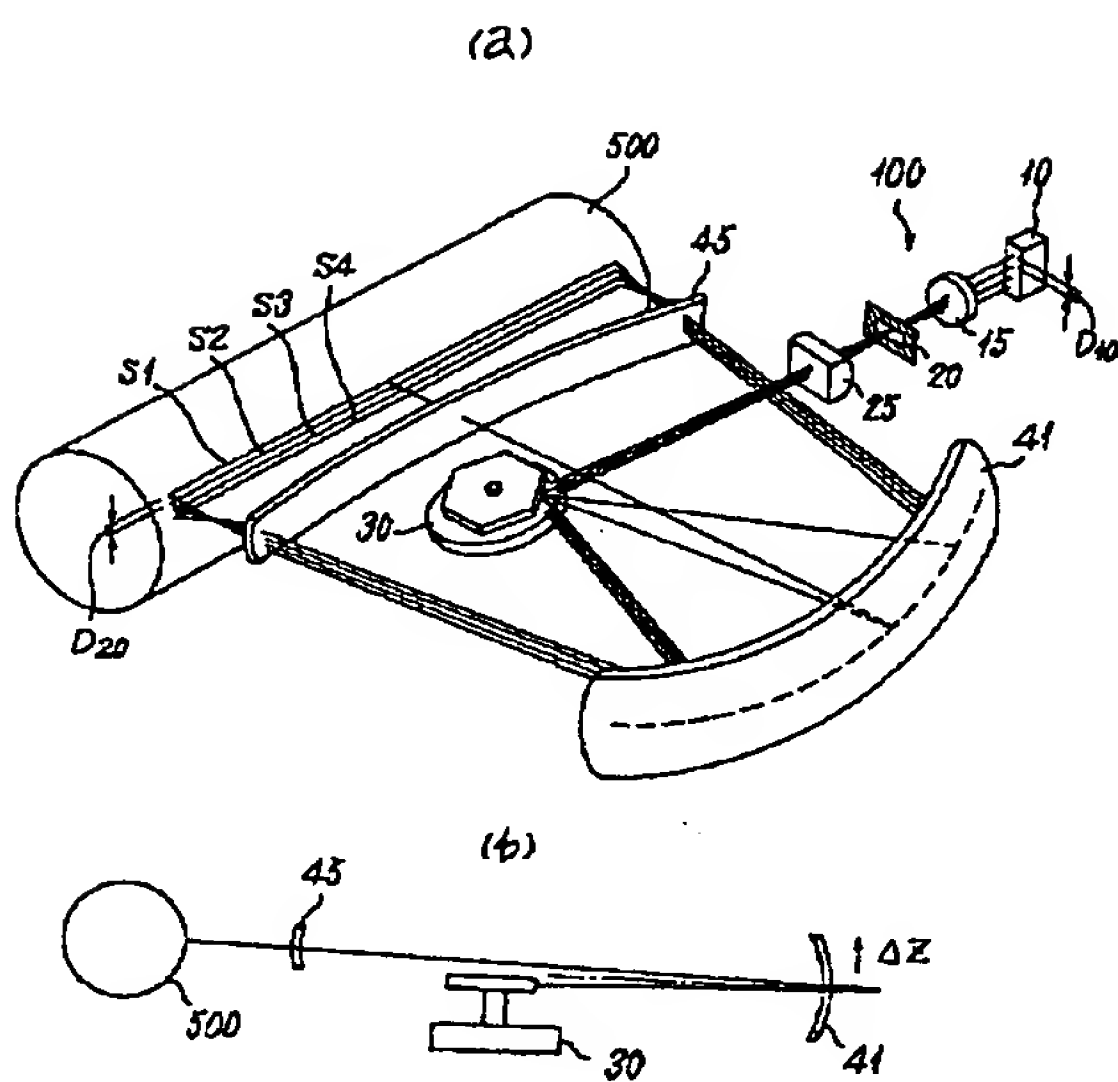
【図4】



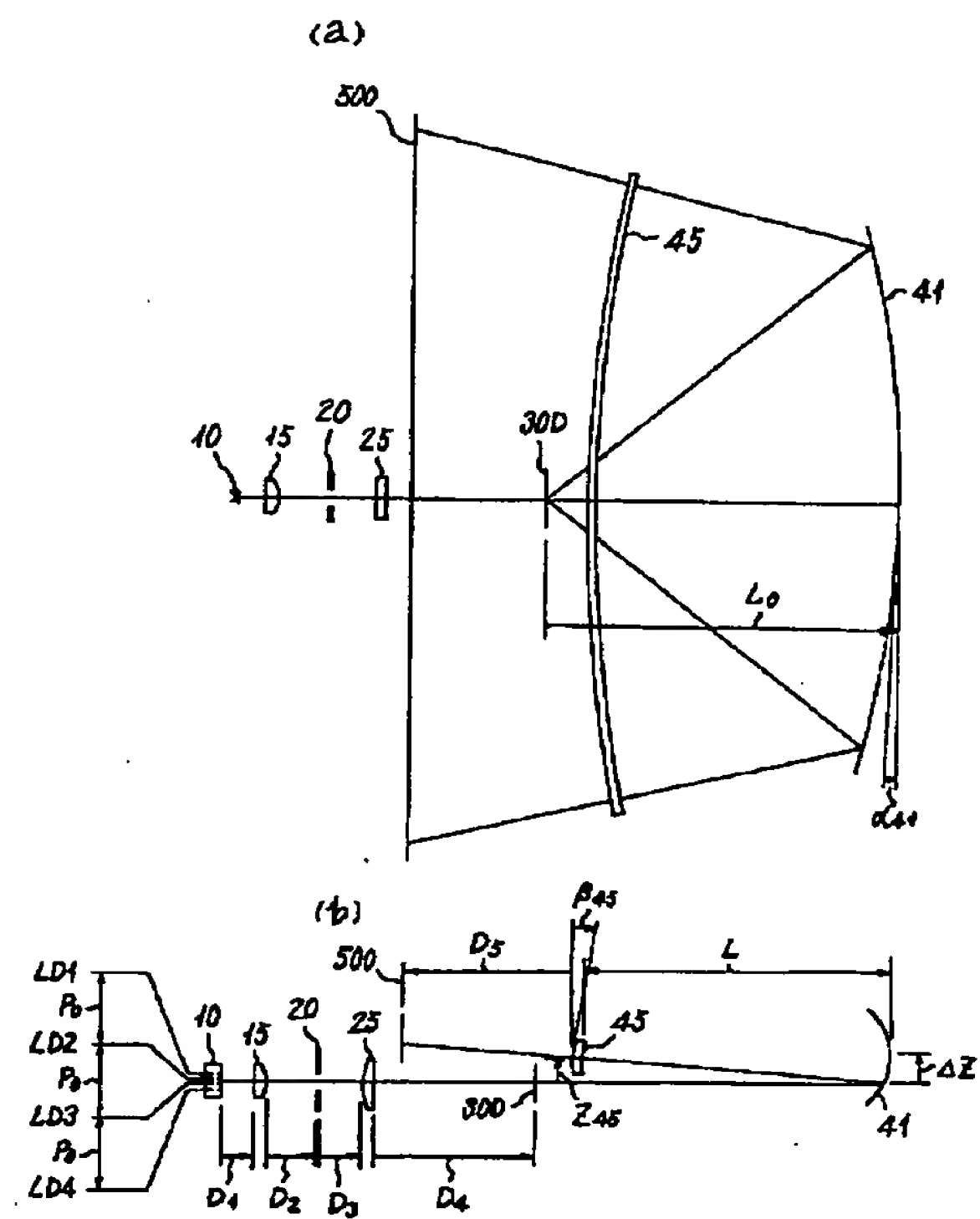
【図2】



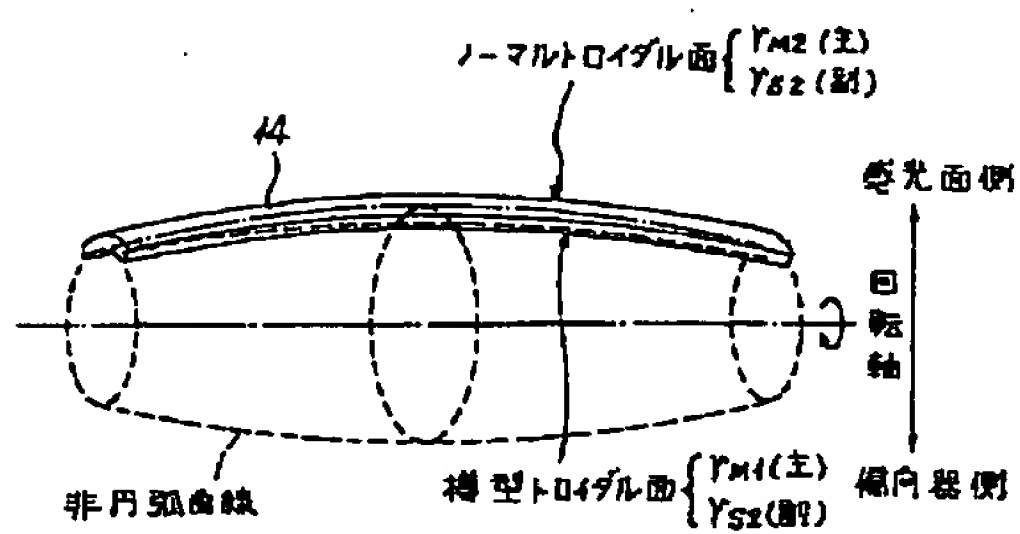
【図5】



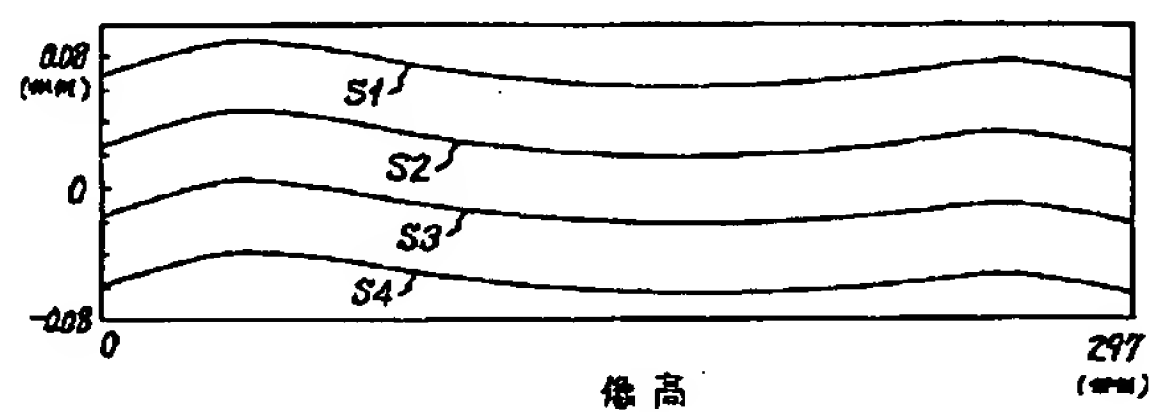
【図6】



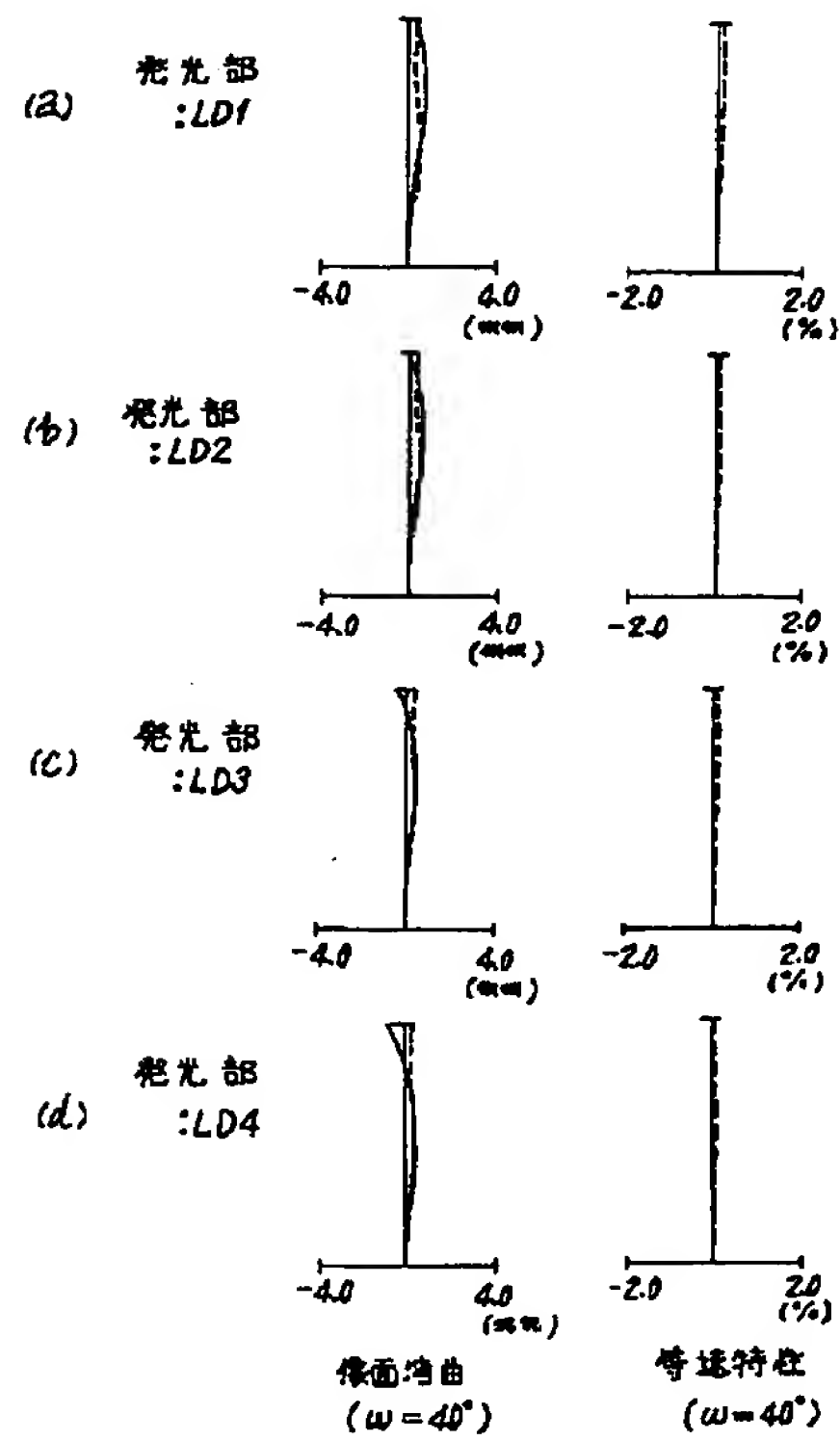
【図7】



【図9】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H04N 1/113

識別記号

庁内整理番号

F I

H04N 1/04

技術表示箇所

104B